

【補助事業概要の広報資料】

補助事業番号 26-166
補助事業名 平成26年度 ドット配列複合分子センサによる多変量同時計測の
高精度化補助事業
補助事業者名 愛知工業大学機械学科教授・江上泰広

1 研究の概要

分子センサである感圧塗料と感温塗料を複合化することで物体表面の圧力と温度の面分布を、同時に高精度かつ高速で測定する方法の研究・開発を行った。インクジェット装置など用いてマイクロパターンに分子センサを塗り分けた複合センサを開発した。蛍光顕微鏡でドット内の微視的な特性のバラつきを観察しつつ、最適作成条件を見出した。これにより温度変化による誤差を0.01%/Kに抑え、時間応答が18 μ 秒と非常に高速な複合センサを実現した。

2 研究の目的と背景

航空機の開発において翼上の圧力分布を高精度かつ高速に測定する技術の開発が求められている。従来の翼表面に圧力孔という直径0.1-0.5mmほどの孔をあけて圧力を測定する方法に代わって、近年、物体表面の圧力や温度の分布をCCDカメラを用いて光学的に測定する感圧塗料、感温塗料という新しい測定方法が盛んに研究されてきている。しかし、高精度化のために複合化を図る様々な方法が提案されているが、二つの分子センサの間で干渉が生じるなど、未だ実用化に至っていない。我々は両者を混合せず、分離して微小なパターンに塗布することでこの問題を解決することを目指した。蛍光顕微鏡を用いることで、微視的に色素分布や特性のバラつきを観察することで、均一なセンサを作成することで、高精度かつ高速時間応答の圧力・温度の複合センサの開発を行った。

3 研究内容

[ドット配列複合分子センサによる多変量同時計測の高精度化補助事業](http://aitech.ac.jp/~egami/index.php?研究内容(JKA助成))

([http://aitech.ac.jp/~egami/index.php?研究内容\(JKA助成\)](http://aitech.ac.jp/~egami/index.php?研究内容(JKA助成)))

①分子センサの微視的観察

感圧と感温の分子センサは、組み合わせるポリマや溶媒によって大きく特性が変化し、色素の基板上での微視的な分布が特性に大きな影響を及ぼす。蛍光顕微鏡を用いて分子センサを拡大観察すると、発光強度やセンサの感度(発光強度比)が場所ごとにバラつきが生じているのがわかった。このバラつきを以下に抑えた分子センサのサンプルを作成するかが、高精度化を図るうえで非常に重要である。本研究では、さまざまな

条件で作成したサンプルを蛍光顕微鏡で観察することで、均一な特性が得られる作成条件を見出した。これによりセンサの高精度化することに成功した。

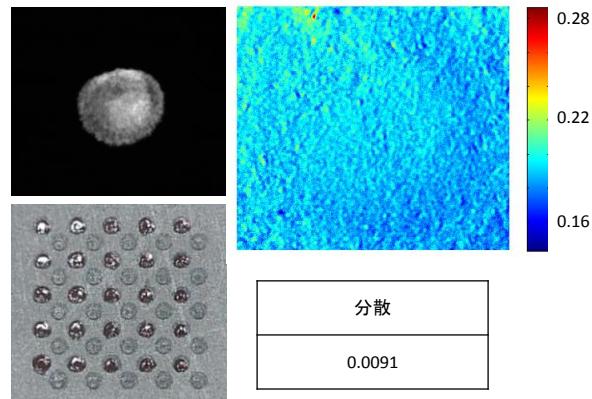


図1 ニードル式ディスペンサを用いて作成したドット型感圧塗料: 作成したドットの全体図(左下)、ドットの拡大図(左上 直径0.3mm)、発光強度比 (右上)

② 溶媒によるドット形成と特性の変化

インクジェットやニードル式ディスペンサでドットを作成する上で、センサ特性に最も大きな影響を与えるのは、色素を溶解する溶媒である。溶媒を変化させてドットを塗布し、ドットの形成やセンサ特性への影響を調査した。その結果最適な混合溶媒を見出し、均一かつ高い感度のドットを作成できるようになった。

③ 感圧—感温複合センサの形成とその特性

図8にPSP-TSP複合センサの配置の模式図を示す。図9が実際にインクジェット装置で作成したPSP-TSPの複合センサである(左図)。適切な光学フィルタを用いることで、PSPのみ(中央)、TSPのみ(右図)のみを測定することができる。圧力と温度の同時計測を行い、圧力の測定値に温度補正を施すことで、温度変化による誤差を $-0.01\%/^{\circ}\text{C}$ まで低減することに成功した。

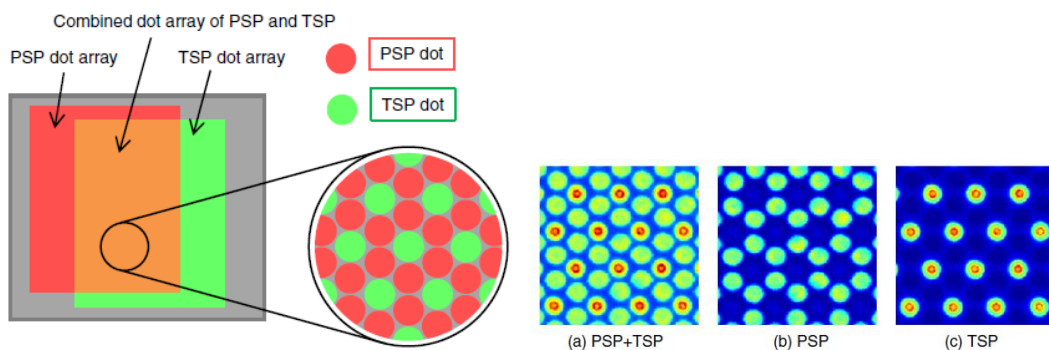


図10 PSP/TSPドット行列の模式図

④ステップ上の圧力変化に対する複合分子センサの時間応答性を評価した。その結果 $17.8 \pm 0.8 \mu\text{s}$ と通常の浸漬型陽極酸化PSPとほぼ同等の応答時間が得られた。これにより、高速で変化する圧力場においても、温度を同時計測することが可能になり、PSPの温度

誤差を補正することが可能になった。

4 本研究が実社会にどう活かされるかー展望

高速応答の高精度複合センサを用いることで、数十kHzで変動する圧力変動が測定可能になり複雑な流体现象の解明が可能になる。さらに高精度化を進めることで、微小な圧力変動である騒音などの音波の面計測にもつながるものと考えられる。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

これまで色素間干渉の問題から複数の分子センサを混合した複合センサを作成することができなかった。今回の研究によって、分子センサをマイクロドットに塗り分けることで高精度かつ姑息応答の複合センサを開発することに成功したことは、研究歴の中で重要な成果と言える。今後はこのセンサを用いて超音速混合流れなど高周波の流体现象の解明や、騒音の面計測による騒音源の特定などに役立てていきたいと考えている。

6 本研究にかかわる地財・発表論文等

1. Y. Egami, J. Ueyama, S. Furukawa, T. Kameya, Y. Matsuda, H. Yamaguchi, T. Niimi, "Development of fast response bi-luminophore pressure-sensitive paint by means of inkjet printing technique", The 16th International Symposium on Flow Visualization (ISFV16), Okinawa, Japan, (2014.06), ISFV16-1081.
2. 古川聖、永井優大、永井智規、江上泰広、「ニードル式ディスペンサを用いた複合型マイクロドットセンサの開発」、可視化情報シンポジウム、工学院大学、可視化情報学会誌 (Suppl.1)、(2014.07)、pp.209-212
3. 古川聖、上山淳一、江上泰広、亀谷知宏、松田佑、山口浩樹、新美智秀、「マイクロドット型複合PSPの開発」、航空宇宙流体科学サマースクール2014、志賀島国民休暇村(福岡市)、(2014.8)
4. 小西翔太、江上泰広、「超高速スプレー型PSPの開発:溶媒の応答時間への影響」、第10回学際領域における分子イメージングフォーラム、JAXA 調布航空宇宙センター、(2014.11)
5. 古川聖、小林大二郎、磯貝清也、亀谷知宏、松田佑、山口浩樹、新美智秀、江上泰広、「陽極酸化型マイクロドット感圧センサの開発」、日本機械学会東海支部第46回学生員卒業研究発表講演会、愛知県春日井市 中部大学、pp.82-83、(2015.03)
6. Y. Egami, J. Ueyama, S. Furukawa, T. Kameya, Y. Matsuda, H. Yamaguchi, T. Niimi, "Development of fast response bi-luminophore pressure-sensitive paint by means of inkjet printing technique", Measurement Science and Technology, Vol.26, 064004(8pages)、(2015.05)

7 補助事業に係る成果物

(1) 補助事業により作成したもの

該当なし

(2) (1) 以外で当事業において作成したもの



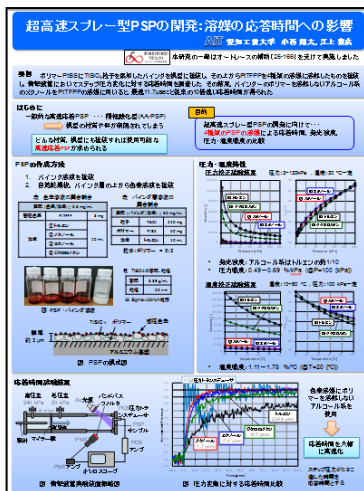
講演論文6-1



講演論文6-2



講演論文6-3



国内学会ポスター6-4



講演論文6-5



査読論文6-6

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名: 愛知工業大学 工学部 江上研究室

(アイチコウギョウダイガク コウガクブ エガミケンキュウシツ)

住所: 〒470-0392 愛知県豊田市八草町八千草1247

申請者: 教授 江上泰広 (エガミ ヤスヒロ)

担当部署: 同上

E-mail: egami@aitech.ac.jp

URL: <http://aitech.ac.jp/~egami/>